บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

2.1.1 ความหมายของไมโครคอนโทรลเลอร์

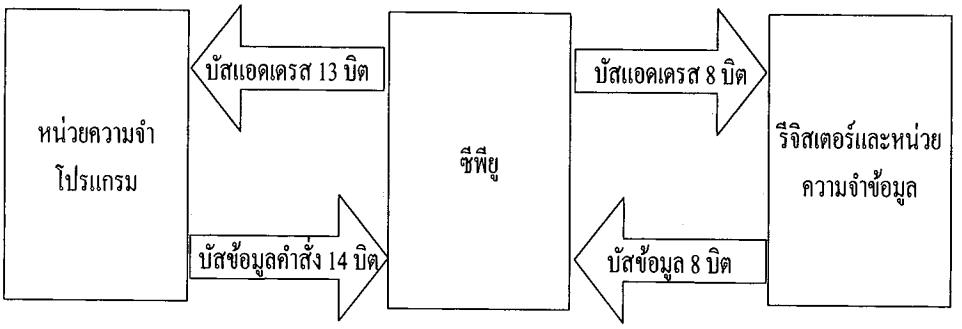
ไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ อุปกรณ์ประเภทสารกึ่งตัวนำที่รวมเอาสิ่งต่อไปนี้ไว้ในตัวเอง เช่น หน่วยประมวลผล (CPU) หน่วยความจำชั่วคราว (RAM) หน่วยความจำถาวร (ROM) พอร์ตอินพุต เอาท์พุต (I/O PORT)

ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีใช้งานในปัจจุบันมีอยู่หลากหลายตระกูลมาก แต่ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ในปัจจุบันมีอยู่สองตระกูลด้วยกัน คือ MCS51 และ PIC ที่มีให้เหลือกหลายเบอร์ ส่วนตระกูลอื่นๆ นอกเหนือจากนี้ ก็มีความสามารถ ที่ไม่แพ้กัน เพียงแต่ว่าอาจจะใหม่ จึงไม่เป็นที่รู้จักเท่ากับตระกูลที่มีมาก่อนหน้า

ในการเลือกใช้เราก็ต้องดูว่า เราจำเป็นต้องใช้โมดูลไหนบ้างที่มีอยู่ในคอนโทรลเลอร์ INPUT OUTPUT ที่ใช้มีกี่ขา ROM RAM เพียงพอหรือไม่ และ เหตุผลอื่นๆ เพื่อที่จะได้เลือกใช้คอนโทรลเลอร์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในงบประมาณที่พอเหมาะ

2.1.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC-16F877

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC-16F877 จะมีสถาปัตยกรรมแบบฮาร์วาร์ด (Harvard Architecture) กล่าวคือ มีการแยกหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลออกจากกัน โดยมีบัสสำหรับติดต่อแยกกันด้วย ดังแสดงในภาพที่ 1 จะเห็นว่าซีพียูภายในไมโครคอนโทรลเลอร์จะติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมด้วยบัสแอดเดรส 13 บิต และบัสข้อมูลหน่วยความจำโปรแกรม 14 บิต ในขณะที่บัสสำหรับติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลและรีจิสเตอร์ภายในเป็นแบบ 8 บิตทั้งบัสแอดเดรสและบัสข้อมูล

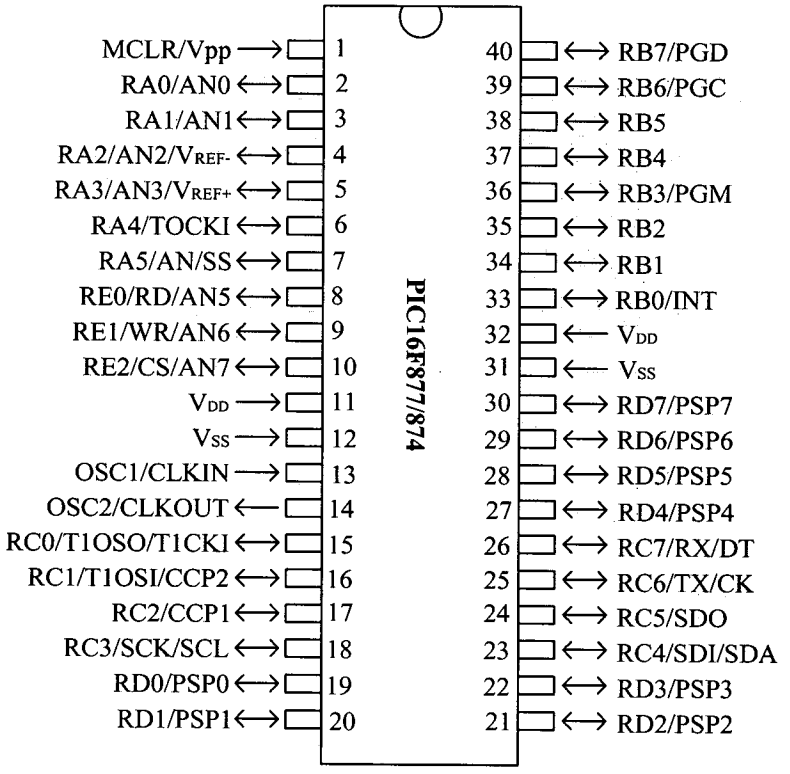


ภาพที่ 1 ไดอะแกรมรูปแบบสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์

นอกจากการจัดสถาปัตยกรรมแบบนี้แล้ว การกระทำคำสั่งการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC-16F877 ยังคงใช้กระบวนการที่เรียกว่า ไปป์ไล์ (Pipeline) ทำให้สามารถเฟตช์คำสั่งถัดไป ในขณะที่กำลังกระทำคำสั่งให้เกิดผลตามคำสั่งนั้นๆ กำหนดหรือ

กระบวนการเอ็กซิคิวต์คำสั่งในปัจจุบัน ส่งผลให้ความเร็วในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์เพิ่มมากขึ้น นั่นจึงเป็นที่มาของความสามารถในการกระทำคำสั่ง 1 คำสั่งภายในสัญญาณนาฬิกา 1 ลูก (กระบวนการเฟตช์ (Fetch) เป็นกระบวนการเรียกคำสั่งออกจากหน่วยความจำโปรแกรมแล้วทำการแปลคำสั่งนั้นให้เป็นเลขฐานสิบหกเพื่อให้ซีพียูเข้าใจ ส่วนกระบวนการเอ็กซิคิวต์ (Execute) เป็นการกระทำคำสั่งให้เกิดผลลัพธ์ตามที่คำสั่งนั้นๆ กำหนด)

พื้นฐานการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ ระบบดิจิตอลโดยค่าเอาท์พุตที่ได้จากไมโครคอนโทรลเลอร์จะเป็น 0 กับ 1แต่ก็สามารถนำมาประยุกต์เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกต่างๆ มากมาย โดยการเลือกพอร์ตใช้งานจากขาต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 2 แสดงขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC-16F877

จากภาพขาของ PIC-16F877 กับ 16F874 จะสามรถดูได้จาก data sheet แต่ละขาจะมีหน้าที่แตกต่างกันไปซึ่งแยกออกเป็น พอร์ต A, พอร์ต B, พอร์ต C, พอร์ต D, พอร์ต E โดยพื้นฐานแล้วพอร์ตแต่ละพอร์ตสามารถทำงานเป็นอินพุตและเอาท์พุตเป็นดิจิตอล ยกเว้น พอร์ต A และ พอร์ต E ที่สามารถทำงานเป็นตัวรับสัญญาณอนาลอกแปลงเป็นค่าดิจิตอลเพื่อนำมาวัดปริมาณทางฟิสิกส์ต่างๆ ที่เห็นได้อย่างชัดเจน คือ นำมาวัดความต่างศักย์

2.1.3 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล PIC-16F877

มีคำสั่งให้ใช้งาน 35 คำสั่ง คำสั่งหนึ่งๆใช้เวลาทำงาน 1 ถึง 2 Cycle ทำงานได้สูงสุดที่ความถี่สัญญาณนาฬิกา 20 MHz ทำงานแบบ Pipe-line (มี 2 ท่อ) ทำให้ ณ เวลาหนึ่งทำงาน 2 อย่างพร้อมกัน หน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบ Flash มีขนาด 8K Word (1 word=14 บิต) มี

ขนาดหน่วยความจำ (RAM) 368 ไบต์ มี EEPROM ขนาด 256 ไบต์ ตอบสนองกับอินเตอร์รัพได้ทั้งหมด 14 แหล่ง มี Stack ให้ใช้ได้สูงสุด 8 ระดับ มีระบบ Power On Reset, Power Up Timer, Oscillator Start-up timer มีระบบ Code Protection สัญญาณนาฬิกามีหลายโหมดให้เลือกใช้งาน คือ อาจจะใช้ XTAL หรือวงจร RC ก็ได้ สามารถโปรแกรมด้วยไฟ +5VDC ได้ ใช้การโปรแกรมแบบ In-Circuit Serial Programming ทำงานที่ไฟเลี้ยง 2VDC ถึง 5.5VDC Current Sink และ Current Source อยู่ที่ 25mA มี Timer/Counter 3 ตัว มีโมดูล Capture/Compare/PWM อีก 2 ชุด มี A-TO-D Converter แบบ 10 บิต จำนวน 8 ช่องนำเข้าในตัวเอง มีระบบ USART สำหรับต่อกับ การสื่อสารแบบ RS232 หรือดีกว่า มีระบบตรวจระดับไปเลี้ยง (Brown-out reset) มี I/O พอร์ตทั้งหมด 5 พอร์ต แต่ละพอร์ตมีจำนวนบิตไม่เท่ากันรวมแล้ว จะมี I/O

จำนวน 33 บิตโดยแบ่งออกเป็น

PORTA = RA 5 + RA0 จำนวน 6 บิต

PORTB = RB 7 + RB0 จำนวน 8 บิต

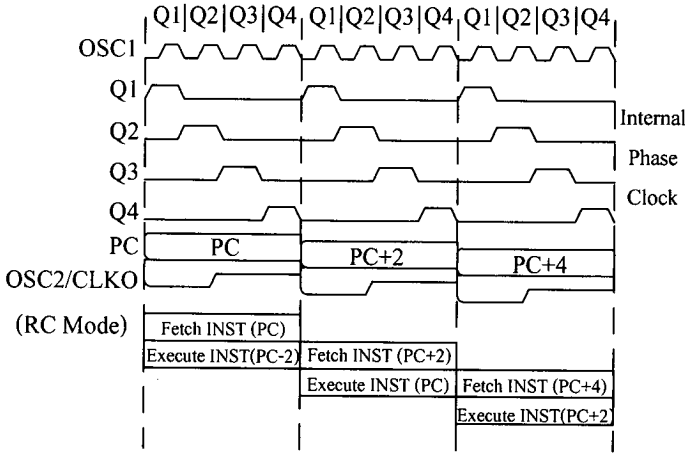
PORTC = RC 7 + RC0 จำนวน 8 บิต

PORTD = RD 7 + RD0 จำนวน 8 บิต

PORTE = RE 2 + RE0 จำนวน 3 บิต

2.1.4 สัญญาณนาฬิกา

ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำงานได้ต้องมีสัญญาณนาฬิกาให้กับตัวซึ่งในหนึ่งไซเคิล (Clock Bus) ของซีพียูจะประกอบไปด้วยสัญญาณนาฬิกาภายนอกจำนวน 4 ไซเคิล คือ Q1, Q2, Q3 และ Q4 ดังแสดงในภาพที่ 3 ดังนั้นความถี่ที่ซีพียูประมวลผลต่อหนึ่งคำสั่งจะเท่ากับความถี่ของสัญญาณนาฬิกาภายนอกหารด้วย 4 หรือหากจะพิจารณาความเร็วของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC-16F877 สามารถประมวลผลต่อหนึ่งคำสั่งเท่ากับ 1/4 เท่าของความถี่ออสซิลเลเตอร์ภายนอก



ภาพที่ 3 สัญญาณนาฬิกา

2.1.5 โหมดสัญญาณนาฬิกา

PIC16F877 สามารถเลือกโหมดสัญญาณนาฬิกาเพื่อกำหนดสัญญาณการทำงานได้มากถึง 4 โหมด โดยการกำหนดที่บิด FOSC1 ในรีจิสเตอร์ Configuration Word ในการทำงานจะต้องเลือกโหมดหนึ่ง ดังรายละเอียด

โหมด LP (Low Power Crystal) ใช้กับคริสตอลหรือเซรามิกเรโซเนเตอร์พลังงานต่ำความถี่ 32KHz - 200KHz

โหมด LP (Crystal/Resonator) ใช้กับคริสตอลหรือเซรามิกเรโซเนเตอร์พลังงานต่ำความถี่ 200KHz - 4MHz

โหมด HS (High Speed Crystal/Resonator) ใช้กับคริสตอลหรือเซรามิกเรโซเนเตอร์พลังงานต่ำความถี่ 4MHz - 20MHz

โหมด RC สามารถกำหนดค่าความถี่ได้จากค่าความต้านทานและตัวเก็บประจุที่ต่อภายนอกเข้ากับขา OSC1/CLKIN

2.1.6 ประเภทของออสซิลเลเตอร์ ดังแสดงในตารางที่ 1

LP (Low Power Crystal) คริสตอลพลังงานต่ำ

XT (Crystal/Resonator) คริสตอล หรือ เรโซเนเตอร์

HS (High Speed Crystal/Resonator) คริสตอล หรือ เรโซเนเตอร์ความเร็วสูง

RC (External Resistor/Capacitor) วงจร RC ภายนอก

H4 (HS + PLL: High Speed Crystal/Resonator with PLL enabled) คูณ 4 PLL คือจะทำการคูณสัญญาณนาฬิกาที่เข้ามา ด้วย 4 เช่น OSC ความถี่ 10 MHz เมื่อผ่านกระบวน การนี้จะทำให้ได้ความถี่เท่ากับ 40 MHz

2.1.7 ออสซิลเลเตอร์แบบคริสตอล

ออสซิลเลเตอร์แบบคริสตอลที่ใช้ในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC-16F877 นี้จะเลือกใช้แบบ XT จะต้องใช้วงจรรีโซเนเตอร์ แบบเซรามิกหรือคริสตอลต่อเข้าที่ขา OSC1 และ OSC2 เพื่อทำให้เกิดสัญญาณนาฬิกา การเลือกใช้ตัวเก็บประจุ สำหรับวงจรรีโซเนเตอร์แบบเซรามิก จะคำนึงถึงความถี่ต่างๆที่ใช้ ดังแสดงในตารางที่ 1

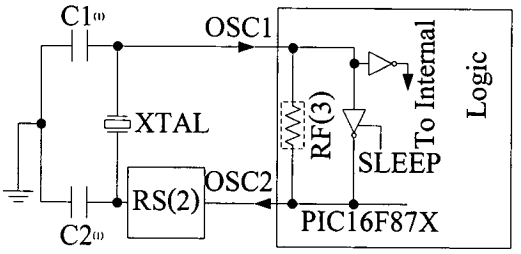
ตารางที่ 1 ค่าตัวเก็บประจุที่เหมาะสมกับความถี่ที่ใช้

Osc Type	Crystal Freq.	Cap. Range C1	Cap. Range C2
LP	32kHz	33pF	33pF
	200kHz	15pF	15pF
XT	200kHz	47-68pF	47-68pF
	1MHz	15pF	15pF

	4MHz	15pF	15pF
HS	4MHz	15pF	15pF
	8MHz	15-33pF	15-33pF

ชิพแบบ XT เป็นออสซิลเลเตอร์คริสตอลแบบมาตรฐาน ซึ่งอาจต้องการคริสตอลแบบสตริปคัต AT (AT Strip-cut) เพื่อหลีกเลี่ยงการโอเวอร์ไดรฟ์ (Overdrive)

วิธีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ RC เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC-16F877 สำหรับค่า Rext ที่น้อยกว่า 2.2 กิโลโอห์ม ทำให้สัญญาณออสซิลเลเตอร์ที่ได้อาจจะไม่คงที่หรือหยุดนิ่งสำหรับค่า Rext ที่มีค่าสูงมากๆ (เช่น 1 เมกะโอห์ม) ออสซิลเตอร์จะมีความไวต่อสัญญาณรบกวนความชื้นและสภาวะแวดล้อมภายนอก ดังนั้นควรจะใช้ค่า Rext ให้มีค่าอยู่ในช่วง 5 กิโลโอห์ม ถึง 100 กิโลโอห์ม ถึงแม้ว่าออสซิลเลเตอร์จะทำงานได้โดยไม่ต้องต่อตัวเก็บประจุภายนอก (Cext=0 pF) แต่ควรใส่ค่าตัวเก็บประจุที่มากกว่า 20 pF เพื่อลดสัญญาณรบกวนและให้สัญญาณมีความคงที่ ถ้าไม่มีตัวเก็บประจุหรือตัวเก็บประจุภายนอกมีค่าน้อยเกินไป จะทำให้ความถี่ออสซิลเลเตอร์มีการเปลี่ยนแปลงอย่างกระทันหัน เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงที่ตัวเก็บประจุภายนอก เช่น ที่แผ่นวงจรพิมพ์บริเวณตัวเก็บประจุหรือตัวนำของตัวเก็บประจุ



ภาพที่ 4 วิธีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ RC เข้ากับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC-16F877

2.2 เซนเซอร์

2.2.1 หลักการทำงานของอินฟาเรด

หลัก การของวงจรอินฟาเรด ตัวส่งแบบใช้กับโมดูลรับสำเร็จรูป(3ขา) จะส่งด้วยความถี่ 40KHzโดยประมาณ ประโยชน์เพื่อเป็นความถี่หลักในการตรวจรับว่าเป็นสัญญาณจริงๆไม่ใช่สัญญาณรบกวน ตัวรับแบบโมดูล(3ขา) โมดูลจะรับสัญญาณที่กระพริบด้วยความถี่ประมาณ 40KHz ถ้าตรงก็จะให้เอาท์พุทที่ขาเอาท์พุทเป็น"0"หลักการของมันก็มีแค่ ส่งแสงอินฟราเรดไปยังวัตถุที่ต้องการตรวจจับ ถ้าพบวัตถุนั้นก็จะสะท้อนแสงกลับมายังตัวรับ สีที่สะท้อนได้ดีที่สุดก็คือสีขาว ถ้าเป็นสีดำจะดูดกลืนได้มากกว่า

2.2.2 วงจรเปรียบเทียบแรงดันโดยใช้ออปแอมป์

ต้องการให้แรงดันจากเซ็นเซอร์มากกว่า ค่าที่กำหนด (แรงดันอ้างอิง) ออกมาเป็น 0 ก็ให้ต่อแรงดันอ้างอิงเข้า + ,ค่าจากเซ็นเซอร์เข้า - (วงจรแบบอินเวิร์ส)

ต้องการให้แรงดันจากเซ็นเซอร์มากกว่า ค่าที่กำหนด (แรงดันอ้างอิง) ออกมาเป็น 1 ก็ให้ต่อแรงดันอ้างอิงเข้า - ,ค่าจากเซ็นเซอร์เข้า + (วงจรแบบไม่อินเวิร์ส)

2.2.2.1วงจรแบบอินเวิร์ส

ถ้าสัญญาณเซ็นเซอร์ เข้ามาขา 2 น้อยกว่าขา 3 ที่ปรับไว้ เช่น 2.8V (แรงดันอ้างอิง) จะได้ค่าออกมาเป็น 1

ถ้าสัญญาณเซ็นเซอร์ เข้ามาขา 2 มากกว่าขา 3 ที่ปรับไว้ เช่น 2.8V (แรงดันอ้างอิง) จะได้ค่าออกมาเป็น 0

ซึ่งหากนำไปใช้กับเซ็นเซอร์แรงดันสูงสุดที่ออกมาประมาณ 2.8V ที่ระยะ<10cm. แรงดันต่ำสุดที่ออกมาประมาณ 0.4V ที่ระยะ 80cm. ก็หมายถึงมันจะให้ค่าออกมาเป็น 1 เมื่อระยะมากกว่า10Cm

2.2.2.2 วงจรแบบไม่อินเวิร์ส

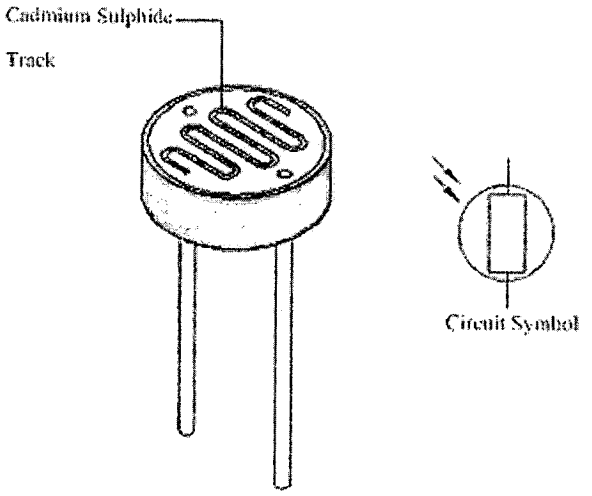
ถ้าสัญญาณเซ็นเซอร์เข้ามาขา 5 น้อยกว่าขา 4 ที่ปรับไว้ เช่น 2.8V (แรงดันอ้างอิง) จะได้ค่าออกมาเป็น 0

ถ้าสัญญาณเซ็นเซอร์ เข้ามาขา 5 มากกว่าขา 4 ที่ปรับไว้ เช่น 2.8V (แรงดันอ้างอิง) จะได้ค่าออกมาเป็น 1

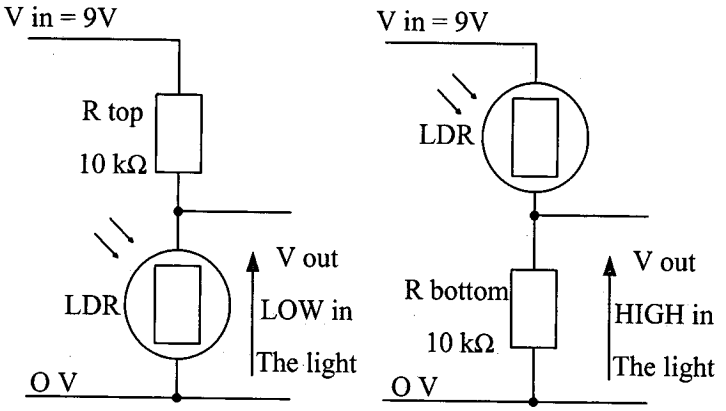
แรงดันสูงสุดที่ออกมาประมาณ 2.8V ที่ระยะ<10cm. แรงดันต่ำสุดที่ออกมาประมาณ 0.4V ที่ระยะ 80cm. ก็หมายถึง มันจะให้ค่าออกมาเป็น 1 เมื่อ ระยะน้อยกว่า 10 Cm

2.3 LDR

เป็น SENSOR ที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยค่าความต้านทานขึ้นอยู่กับแสงที่ตกกระทบบนตัว LDR ถ้ามีแสงมากระทบจะให้ค่าความต้านทานต่ำ (ค่าแรงดันต่ำ) แต่ถ้าไม่มีแสงมาตกกระทบจะให้ค่าความต้านทานสูง (ค่าแรงดันสูง)



ภาพที่ 5 ลักษณะและสัญลักษณ์ LDR



ภาพที่ 6 วงจรต่อสลับระหว่าง LDR กับตัวต้านทาน

2.4 จอแอลซีดี

เทคโนโลยีมอนิเตอร์ LCD ย่อมาจาก Liquid Crystal Display ซึ่งเป็นจอแสดงผลแบบ (Digital) โดยภาพที่ปรากฏขึ้นเกิดจากแสงที่ถูกปล่อยออกมาจากหลอดไฟด้านหลังของจอภาพ (Black Light) ผ่านชั้นกรองแสง (Polarized filter) แล้ววิ่งไปยัง คริสตัลเหลวที่เรียงตัวด้วยกัน 3 เซลล์คือ แสงสีแดง แสงสีเขียวและแสงสีน้ำเงิน กลายเป็นพิกเซล (Pixel) ที่สว่างสดใสเกิดขึ้นจอภาพแบบ LCD (Liquid Crystal Display) มีการทำงานที่ซับซ้อนกว่าแบบ CRT เนื่องจากโครงสร้างภายในจะเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมด ในจอภาพ LCD จะมีผลึกคริสตัลเหลว (ตามชื่อ) ซึ่งเมื่อเราจ่ายแระแสไฟฟ้าเข้าไปยังผลึกคริสตัลเหลวนี้ก็จะเกิดการบิดตัวของผลึก แต่การบิดตัวนี้จะมากน้อยก็ขึ้นอยู่กับประมาณของกระแสไฟฟ้าที่จ่ายเข้าไปนั่นเอง

2.4.1 เทคโนโลยีมอนิเตอร์แบบ LCD มีจุดเด่นหลายประการคือ

ขนาดเล็กกะทัดรัดและน้ำหนักเบาด้วยการทำงานที่ไม่ต้องอาศัยปืนยิงอิเล็กตรอน จึงช่วยให้ด้านลึกของจอภาพมีขนาดสั้นกว่ามอนิเตอร์แบบ CDT ถึง 3 เท่าและด้วยรูปร่างที่แบน ราบทางด้านหน้าและด้านหลัง ในบางรุ่นจึงมีอุปกรณ์เสริมพิเศษสำหรับติดฝาผนังช่วยให้ประหยัดพื้นที่มากยิ่งขึ้น

พื้นที่การแสดงผลเต็มพื้นที่จากเทคโนโลยีพื้นฐานในการออกแบบ ทำให้จอมอนิเตอร์แบบ LCD สามารถแสดงผลได้เต็มพื้นที่เมื่อเปรียบเทียบกับแบบ CDT ขนาด 17 นิ้วเท่ากัน พื้นที่แสดงผลที่กว้างที่สุดจะอยู่ที่ 15 นิ้วกว่าๆ เท่านั้น ให้ภาพที่คมชัด มีรายละเอียดสูง และมีสัดส่วนที่ถูกต้องเนื่องจากมอนิเตอร์มีความแบนราบจริง ช่วยถนอมสายตาและมีอัตราการแผ่รังสีที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพต่ำมาก ประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วยการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ต่ำกว่าจอ CDT ถึง 60 เปอร์เซ็นต์

ความสามารถในการรองรับอินพุต (Input) ได้หลายๆแบบพร้อมกันเนื่องด้วยมอนิเตอร์แบบ LCD สามารถรับสัญญาณจากแหล่งสัญญาณดิจิตอลอื่นๆได้ เช่น โทรทัศน์หรือเครื่องเล่นดีวีดี และบางรุ่นสามารถทำภาพซ้อนจากหลายแหล่งข้อมูลได้ จึงทำให้จอมอนิเตอร์แบบ LCD เป็นได้ทั้งเครื่องรับโทรทัศน์และจอมอนิเตอร์ในเวลาเดียวกัน โดยไม่จำเป็นต้องซื้อมอนิเตอร์หลายๆตัวมาใช้งาน

2.4.2 ประเภทของจอภาพแบบ LCD

จอภาพแบบ LCD ยังสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ แบบ Passive Matrix หรือ DSTN และแบบ Active Matrix หรือ TFT จอภาพ LCD ประเภท Passive Matrix มีใช้มานานแล้ว ซึ่งจอภาพแบบนี้จะนิยมใช้เป็นหน้าปัดนาฬิกา รวมถึงจอแสดงผลของ โทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่นเก่า ๆ ด้วยส่วนแบบ Active Matrix จะมีคุณภาพในการแสดงผลที่ดีกว่าและก็มีราคาแพงกว่า แบบ Passive Matrix จึงนิยมใช้ในการแสดงผลที่ต้องการคุณภาพสูง เช่น ทำจอภาพสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือจอภาพโฆษณาขนาดใหญ่ที่ติดตั้งตามอาคารสูงๆ เป็นต้น

ประเภท Passive Matrix หรือมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า DSTN จอภาพ LCD แบบนี้จะมีการนำทรานซิสเตอร์เข้ามาช่วยในการทำงานบางส่วน เพื่อให้การแสดงผลทำได้ดีกว่าจอภาพ LCD ในรุ่นแรกๆ แต่อย่างไรก็ตามจอภาพประเภท DSTN นี้ก็ยังให้คุณภาพของการแสดงผลไม่ดีนัก เพราะการควบคุมการทำงานในแต่ละจุดของจอภาพยังทำได้ช้า ดังนั้น เมื่อเราใช้จอภาพแบบนี้เล่นเกมหรือดูภาพยนตร์ จอภาพจะไม่สามารถแสดงผลได้ทันกับความเร็วของภาพ ในปัจจุบันจึงไม่เป็นที่นิยมใช้กันแล้ว

ประเภท Active Matrix หรือที่มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าแบบ TFT เพราะจอภาพ LCD แบบนี้จะนำทรานซิสเตอร์แบบ Thin-Film มาใช้ควบคุมการแสดงผลในแต่ละจุดบนจอภาพ ซึ่งจะมีประสิทธิภาพในการควบคุมดีกว่าแบบ Passive Matrix มาก แต่ข้อเสียก็คือ การออกแบบที่ซับซ้อนมากขึ้นเพราะถ้าเราจะออกแบบ จอภาพ LCD แบบ Active Matrix ให้แสดงผลที่ความละเอียด 1,024x768x3 เพราะแต่ละจุดประกอบด้วยตัวควบคุมแม่สีแสง 3 สีก็คือ ต้องใช้ทรานซิสเตอร์ถึง 3 ตัวใน 1 จุด อีกทั้งการออกแบบก็ต้องใช้ความระมัดระวังเป็นอย่างมาก เพราะถ้ามีทรานซิสเตอร์เสียเพียงตัวเดียวจะส่งผลให้จุดบนจอภาพแสดงสีเพี้ยนหรือไม่ก็เป็นจุดดำมืดไปทันที

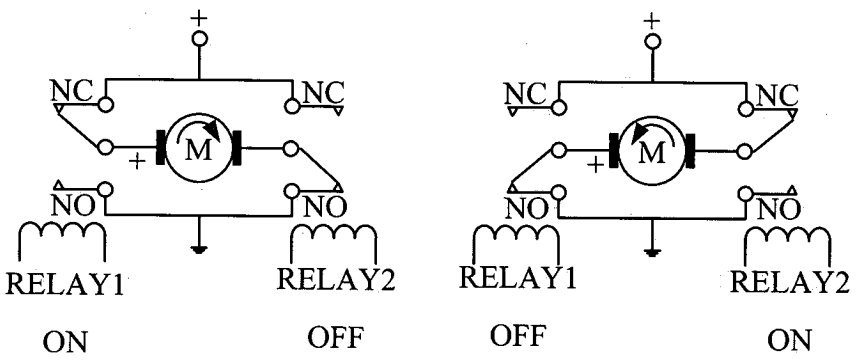
ตัวใน 1 จุด อีกทั้งการออกแบก็ต้องใช้ความระมัดระวังเป็นอย่างมาก เพราะถ้ามีทรานซิสเตอร์เสียเพียงตัวเดียวจะส่งผลให้จุดบนจอภาพแสดงสีเพี้ยนหรือไม่ก็เป็นจุดดำมืดไปทันที

2.5 มอเตอร์กระแสตรง (DC MOTOR)

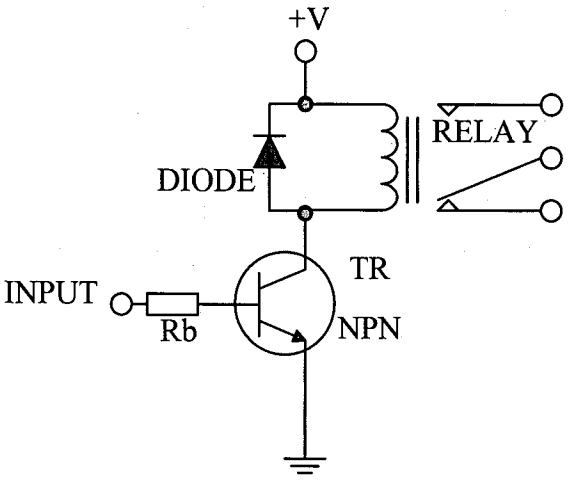
มอเตอร์กระแสตรงจะมีหลักการทำงานโดยวิธีการผ่านกระแสให้กับขดลวดในสนาม แม่เหล็กซึ่งจะทำให้เกิดแรงแม่เหล็ก โดยส่วนของแรงนี้จะขึ้นอยู่กับกระแสและกำลังของสนามแม่เหล็ก ทางเดินของฟลั๊กซ์แม่เหล็ก และสนามแม่เหล็กจะเกิดจากแท่งแม่เหล็กเฟอร์ไรต์ 2 ชิ้นที่ขึ้นรูปเป็นแบบโค้งยึดติดกับตัวถังได้พอดี เพื่อที่จะให้เส้นแรงแม่เหล็กวิ่งเข้าสู่ใจกลางของมอเตอร์ได้ ดังนั้นความเข้มของแม่เหล็กจะขึ้นอยู่กับขนาดความหนาของแม่เหล็กด้วย ซึ่งส่งผลให้ฟลั๊กซ์แม่เหล็กวิ่งไปบนตัวถังโลหะ กระแสไฟฟ้าในขดลวดที่พันกับทุ่นโรเตอร์ก็จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า และต้านกับสนามแม่เหล็กถาวร จึงเกิดเป็นแรงบิดเพื่อที่จะหมุนทุ่นโรเตอร์ ให้ไปในทิศทางเดียวกันกับทิศทางของสนามแม่เหล็กที่มีแรงมากกว่า กระแสก็จะไหลผ่านไปยังทุ่นโรเตอร์ โดยผ่านแปรงถ่าน ซึ่งจะสัมผัสกับแหวนตัวนำในทุ่นโรเตอร์ และแหวนคอมมิวเตเตอร์ ซึ่งจะถูกแบ่งออกเป็น 3 เซกเมนต์เพื่อที่จะทำหน้าที่นำกระแสเข้าขดลวดนั้นเอง

2.5.1 การขับและกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง (DC MOTOR)

ในการใช้ไอซีไมโครคอนโทรเลอร์เป็นตัวควบคุมการหมุน และทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงนั้น เราจะต้องมีส่วนของวงจร ที่เรียกว่าวงจรขับมอเตอร์ (Driver) ในส่วนของวงจรกลับทิศทางของมอเตอร์นั้น สามารถที่จะใช้รีเลย์ต่อวงจร สวิตซ์เพื่อกลับทิศทางของขั้วไฟกระแสตรง หรืออาจใช้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่เป็นวงจรขับกำลังเช่น ทรานซิสเตอร์ มอสเฟต แล้วแต่วิธีที่เราจะเลือกใช้งานการใช้รีเลย์ควบคุมการ เปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์ โดยการควบคุมการปิด - เปิดที่รีเลย์ 2 ตัว ซึ่งจะทำหน้าที่กลับทิศทางของขั้วไฟที่ป้อนให้กับมอเตอร์ โดยการสลับการทำงานของรีเลย์ เช่นให้รีเลย์ตัวที่ 1 ทำงาน (ON) และรีเลย์ตัวที่ 2 หยุดทำงาน (OFF) จะทำให้มอเตอร์หมุนไปทางซ้าย และในทำนองเดียวกันถ้าหากรีเลย์ตัวที่ 1 หยุดทำงาน (OFF) และรีเลย์ตัวที่ 2 ทำงาน (ON) ก็จะทำให้มอเตอร์หมุนไปทางขวา

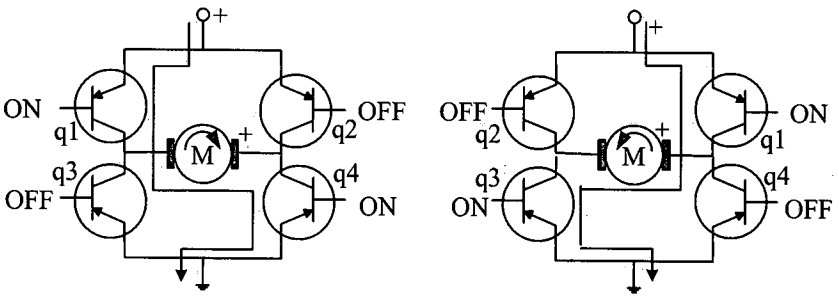


ภาพที่ 7 แสดงการกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงโดยใช้รีเลย์



ภาพที่ 8 แสดงการใช้ทรานซิสเตอร์เพื่อขับรีเลย์ให้ทำงาน

จากรูปเป็นวงจรขับรีเลย์โดยใช้ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่ขยายกระแส ด้วยเหตุผลเพราะไม่สามารถจะใช้ขา เอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ป้อนกระแสไฟที่ขดลวดของรีเลย์โดยตรงได้ เนื่องจากว่ากระแสที่จ่ายออกมาจากขา เอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์มีค่าน้อยเกินไป ดังนั้นเราจึงต้องมีส่วนของวงจรทรานซิสเตอร์เพื่อที่จะทำการขยายกระแสให้ เพียงพอในการป้อนให้กับขดลวดของรีเลย์ ส่วนไดโอดนำมาต่อไว้สำหรับป้องกันแรงดันย้อนกลับที่เกิดจากการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กในขณะเกิดการยุบตัว ซึ่งอาจจะทำให้ทรานซิสเตอร์เสียหายได้



ภาพที่ 9 แสดงการใช้ทรานซิสเตอร์เป็นวงจรขับและกำหนดทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง

จากรูปเป็นวงจรลิเนียร์บริดจ์แอมป์ ซึ่งจะประกอบไปด้วยทรานซิสเตอร์กำลัง 4 ตัวที่ทำหน้าที่ขับ และควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ ถ้าหากกำหนดให้ทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q4 อยู่ในสภาวะทำงาน (Active) กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านทรานซิสเตอร์จากซ้ายไปขวา โดยผ่านมอเตอร์ กระแสตรงทำให้มอเตอร์หมุนไปทางขวา ในทำนองเดียวกันถ้าหากเราทำให้ทรานซิสเตอร์ Q2 และ Q3 อยู่ในสภาวะทำงาน (Active) กระแสไฟฟ้าก็จะไหลจากทางขวาไปทางซ้ายซึ่งจะส่งผลให้มอเตอร์กลับทิศการหมุนจากทางขวาไปทางซ้าย

2.5.2 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรง

การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงมีหลายวิธีด้วยกัน ซึ่งอาจจะใช้วิธีการควบคุมแบบพื้นฐานทั่วไปเช่นการควบคุมด้วยวิธีการใช้ตัว ต้านทานปรับค่าโดยต่ออนุกรมกับมอเตอร์ หรือใช้

วิธีการการควบคุมโดยการเปลี่ยนค่าของระดับแรงดันที่ป้อนให้กับ มอเตอร์ แต่การควบคุมในวิธีดังกล่าวถึงแม้ว่าจะควบคุมความเร็วมอเตอร์ให้คงที่ได้ แต่ที่ความเร็วต่ำจะส่งผลให้แรงบิดต่ำไปด้วย ดังนั้นเราจึงเลือกใช้วิธีการควบคุมโดยการจ่ายกระแสไฟให้กับมอเตอร์เป็น ช่วงๆ โดยอาศัยกระแสไฟที่ป้อนให้กับมอเตอร์ให้เป็นค่าเฉลี่ยที่เกิดขึ้นในแต่ละ ช่วง ซึ่งเราเรียกว่าวิธีการของการมอดูเลชั่นทางความกว้างของพัลส์ PWM (Pulse Width Modulation)

2.5.3 วิธีการมอดูเลชั่นทางความกว้างของพัลส์ (PWM)

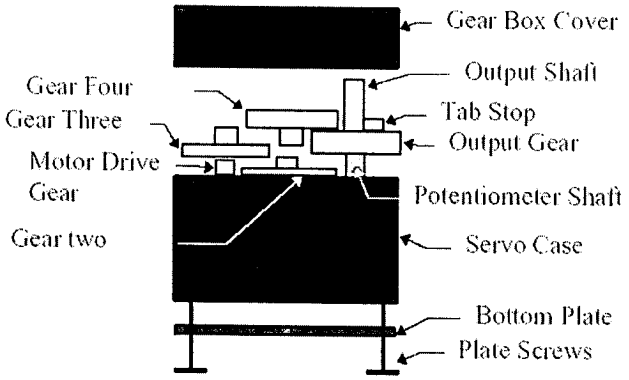
การมอดูเลชั่นทางความกว้างของพัลส์ PWM (Pulse Width Modulation) จะเป็นการปรับเปลี่ยนที่สัดส่วน และความกว้างของสัญญาณพัลส์ โดยความถี่ของสัญญาณพัลส์จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรือเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ค่าของดิวตี้ไซเกิล (duty cycle) นั้นเอง ซึ่งค่าของดิวตี้ไซเคิล คือช่วงความกว้างของพัลส์ที่มีสถานะลอจิกสูง โดยคิดสัดส่วนเป็นเปอร์เซตน์จากความกว้างของพัลส์ทั้งหมด ยกตัวอย่างเช่น ถ้าหากค่าดิวตี้ไซเคิลมีค่าเท่ากับเท่ากับ 50% ก็หมายถึงใน 1 รูปสัญญาณพัลส์จะมีช่วงของสัญญาณที่เป็นสถานะลอจิกสูงอยู่ครึ่งหนึ่ง และสถานะลอจิกต่ำอยู่อีกครึ่งหนึ่ง ดังรูป 6.27 และในทำนองเดียวกันถ้าหากค่าดิวตี้ไซเคิลมีค่ามาก หมายความว่าความกว้างของพัลส์ที่เป็นสถานะลอจิกสูงจะมีความกว้างมากขึ้น หากค่าดิวตี้ไซเคิลมีค่าเท่ากับ 100% ก็หมายความว่าจะไม่มีสถานะลอจิกต่ำเลย ซึ่งค่าดิวตี้ไซเคิลสามารถ จะหาได้จากค่าความสัมพันธ์ดังนี้

ค่าดิวตี้ไซเคิล = (ช่วงของสัญญาณพัลส์/คาบเวลาทั้งหมดของสัญญาณ) X 100%

2.6 เซอร์โวมอเตอร์

Servo motor คือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC motor) ที่ถูกประกอบรวมกับ ชุดเกียร์ และ ส่วนควบคุม ต่างๆ ไว้ในโมดูลเดียวกัน หรือ ภายในกล่องพาสติกเดียวกัน โดยมอเตอร์ชนิดนี้จะมีสายต่อใช้งานเพียง 3 เส้นเท่านั้น คือ VCC,GNDและ สายสัญญาณควบคุม(Control Line) ซึ่งสามารถควบคุมให้มอเตอร์หมุนซ้าย หรือ ขวาได้จากสายสัญญาณเพียงเส้นเดียวโดยสัญญาณที่ใช้ควบคุมนี้จะเป็นสัญญาณ พัลส์วิดมอด (PWM) แบบ TTL Level ระดับแรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์นี้จะอยู่ในช่วงประมาณ 4 ถึง 6 โวลท์ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของมอเตอร์แต่ละตัว ข้อดีของมอเตอร์ชนิดนี้ก็คือ จะมีขนาดเล็กน้ำหนักเบา,ให้แรงบิตสูง ,กินพลังงานน้อย และ สามารถควบคุม ด้วยแรงดันลอจิกที่เป็น TTL ได้โดยตรงไม่จำเป็นต้องต่อวงจรขับ(Driver) อื่นๆ เพราะ มอเตอร์ชนิดนี้จะมีวงจรควบคุมบรรจุไว้ภายในอยู่แล้ว ซึ่งมอเตอร์ชนิดนี้สามารถควบคุมให้หมุนไปในตำแหน่ง หรือ ทิศทางองศาที่ต้องการได้ โดยอาศัยสัญญาณความกว้างพัลส์ ที่ป้อนให้มอเตอร์ แต่เซอร์โวมอเตอร์นี้จะหมุนได้แค่เพียงในช่วงประมาณ 180° หรือ ครึ่งรอบเท่านั้น หรือ บางรุ่นอาจหมุนได้ถึง 210° แต่จะไม่สามารถหมุนเป็นวงรอบได้เนื่องจากโครงสร้างภายในจะประกอบด้วย ตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้ (VR) ที่ทำหน้าที่ตรวจสอบตำแหน่งการหมุนของมอเตอร์ และ ตัวต้านทานนี้จะถูกยึดติดกับแกนหมุนของมอเตอร์ ซึ่งจากการที่ตัวต้านทานปรับค่านี้ไม่สามารถหมุนเป็นวงรอบได้ ดังนั้น เซอร์โวมอเตอร์จึงถูกออกแบบให้หมุนได้เพียงแค่ประมาณ 180 องศา หรือ ครึ่งรอบเท่านั้น เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับตัวต้านทานปรับค่าได้ แต่ถ้าหากเราต้องการให้มอเตอร์หมุนเป็นวงรอบ (360°) นั้นก็สามารถ

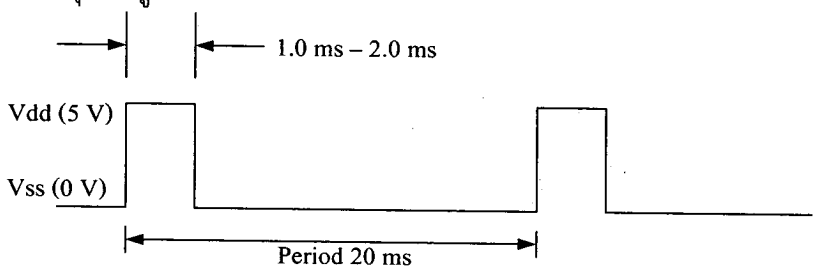
ทำได้ โดยจะต้องทำการปรับแต่ง (Modify) ดัดแปลงชิ้นส่วนบางอย่างของมอเตอร์ ซึ่งวิธีการต่างๆ จะได้กล่าวไว้ในภายหลัง



ภาพที่ 10 ส่วนประกอบต่างๆของ SERVOMOTOR

2.6.1 หลักการทำงานของ Servo motor

การควบคุมการทำงานของ เซอร์โวมอเตอร์ ทำได้โดย การป้อนสัญญาณความกว้างพัลส์ ให้กับมอเตอร์ซึ่งตำแหน่งและทิศทางการหมุนของมอเตอร์นี้จะขึ้นอยู่กับขนาดของความกว้างของพัลส์นั้นๆโดยทั่วไปแล้วความกว้างของสัญญาณพัลส์
จะมีจุดให้อ้างอิง 3 จุด ดังรูป คือ



ภาพที่ 11 PWMการทำงานของ SERVO

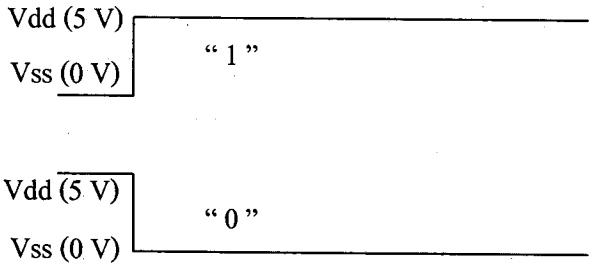
ถ้าสัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 1.5 ms จะควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งมุม 0 องศา หรือ จุดกึ่งกลางของมอเตอร์
ถ้าสัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 1 ms จะควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งมุม - 90 องศา หรือในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา

ถ้าสัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 2 ms จะควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งมุม + 90 องศา หรือในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

การควบคุมให้มอเตอร์หมุนทางด้านซ้ายจะต้องป้อนสัญญาณพัลส์ที่มีขนาดความกว้างพัลส์ 1 ms หรือ ให้น้อยกว่า 1.5 msโดยจะต้องป้อนสัญญาณพัลส์นี้ทุกๆ 20 ms (หรือในช่วงประมาณ 20ms – 30ms)

การควบคุมให้มอเตอร์หมุนทางด้านขวาจะต้องป้อนสัญญาณพัลส์ที่มีขนาดความกว้างพัลส์ 2 ms หรือ ไม่ต่ำกว่า 1.5 ms และจะต้องป้อนสัญญาณพัลส์นี้ทุกๆ 20 ms (หรือในช่วง

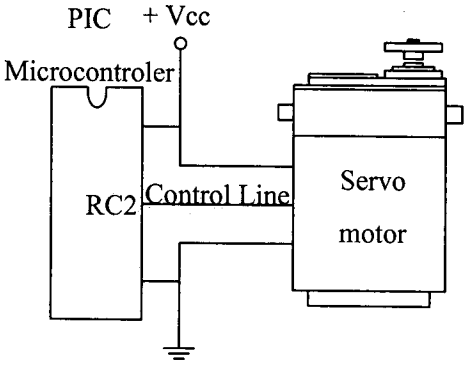
30ms) -การควบคุมให้มอเตอร์หยุดหมุน ทำได้โดยการส่งลอจิก “0” หรือ “1” ให้กับมอเตอร์ หรือ ก็คือการไม่จ่ายสัญญาณพัลส์ให้กับมอเตอร์นั่นเอง



ภาพที่ 12 การควบคุมให้มอเตอร์หยุดหมุน

2.6.2 ตัวอย่างการควบคุม Servo motor ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC

ตัวอย่างโปรแกรมการควบคุม Servo motor ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC เบอร์ 16F877 และ 18F458 โดยใช้บอร์ด CP-PIC V3.0 หรือ CP-PIC V4.0การควบคุมการทำงานของ Servo motor จะใช้หลักการสร้างสัญญาณพัลส์ขนาดความกว้างต่างๆ ส่งไปควบคุมการทำงานของมอเตอร์ ซึ่งในภาษาเบสิกนั้นจะใช้คำสั่ง PULSOUT Pin,Period เพื่อสร้างสัญญาณพัลส์ โดยการทำงานของคำสั่งนี้ค่า Period จะเปลี่ยนแปลงไปตามค่าของสัญญาณนาฬิกาที่จ่ายให้กับ CPU ทำให้คำสั่ง DEFINE OSC ไม่มีผลต่อการทำงานของคำสั่งนี้ เช่น ถ้า CPU ใช้ความถี่ 4 MHz จะทำให้หนึ่งหน่วยของค่า Period = 10 us ดังนั้นหากใช้คำสั่ง PULSOUT Pin,100ก็จะได้ค่าเวลาเท่ากับ 100 x 10us = 1000us หรือ 1 ms แต่ในตัวอย่างโปรแกรมนี้จะใช้งาน CPU ที่ความถี่ 10 MHz ซึ่งค่าเวลาต่อหน่วยของ Period จะเท่ากับ 4 us ดังนั้นถ้าหากต้องการเวลา 1ms ค่าของ Period จะเท่ากับ 250 คือ 4us x 250 = 1000 usและ คำสั่งที่ใช้ก็จะเป็น PULSOUT Pin,250 เป็นต้น โดยสามารถทดสอบด้วยการเปลี่ยนค่าเวลาเป็นค่าต่างๆ ดังโปรแกรม



ภาพที่ 13 การต่อใช้ PIC กับSERVOMOTOR

ตารางที่ 2 ตัวอย่างโปรแกรมภาษาเบสิก

```
ตัวอย่างโปรแกรมภาษาเบสิก
'/**************************************************
'/* Program : Control DC servo motor
'/* Filename : ServoMotor.bas
'/* CPU Control : PIC 16F877 or 18F458
'/* OSC : 10 MHz [HS mode]
'/* Assembler : PicBasicPro 2.41
'/**************************************************
INCLUDE "modedefs.bas" ' Include serial modes
TRISC = %00000000 ' PORTC is output
LOW PORTC.2
Loop: PULSOUT PORTC.1,250
PAUSE 20
goto Loop
```

2.7 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย

สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply) เป็นแหล่งจ่ายไฟตรงคงค่าแรงดันแบบหนึ่ง และสามารถเปลี่ยนแรงดันไฟจากไปสลับโวลต์สูง ให้เป็นแรงดันไฟตรงค่าต่ำ เพื่อใช้ในงานอิเลคทรอนิกส์ได้เช่นเดียวกันแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น (Linear Power Supply) ถึงแม้เพาเวอร์ซัพพลายทั้งสองแบบจะต้องมีการใช้หม้อแปลงในการลดทอนแรงดันสูงให้เป็นแรงดันต่ำเช่นเดียวกัน แต่สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายจะต้องการใช้หม้อแปลงที่มีขนาดเล็ก และน้ำหนักน้อย เมื่อเทียบกับแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น อีกทั้งสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายยังมีประสิทธิภาพสูงกว่าอีกด้วย

ในปัจจุบันสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายได้เข้ามามีบทบาทกับชีวิตเราอย่างมาก เครื่องใช้อิเลคทรอนิกส์ขนาดเล็กซึ่งต้องการแหล่งจ่ายไฟที่มีกำลังสูงแต่มีขนาดเล็ก เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องโทรสาร และ โทรทัศน์ จำเป็นจะต้องใช้สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย แนวโน้มการนำสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายมาใช้ในเครื่องใช้อิเลคทรอนิกส์ทุกประเภทจึงเป็นไปได้สูง การศึกษาหลักการทำงานและการออกแบบสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้สำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานอิเล็คทรอนิกส์ทุกประเภท

หลักการทำงานเบื้องต้นของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย โดยเน้นในส่วนของคอนเวอร์เตอร์ และวงจรควบคุม ซึ่งเป็นหัวใจในการทำงานของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย พร้อมทั้งยกตัวอย่างและอธิบายการทำงานของวงจรสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายที่สมบูรณ์ และใช้งานได้จริง

2.7.1 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายกับแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น

ข้อเปรียบเทียบของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายเมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งจ่ายไฟ เชิงเส้น คือ ประสิทธิภาพที่สูง ขนาดเล็ก และน้ำหนักเบากว่าแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น เนื่องจากแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้นใช้

หม้อแปลงความถี่ต่ำจึงมีขนาดใหญ่ และน้ำหนักมาก ขณะใช้งานจะมีแรงดันและกระแสผ่านตัวหม้อแปลงตลอดเวลา กำลังงานสูญเสียที่เกิดจากหม้อแปลงจึงมีค่าสูง การคงค่าแรงดันแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้นส่วนมากจะใช้เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ต่ออนุ กรมที่เอาต์พุตเพื่อจ่ายกระแสและคงเค่าแรงดัน กำลังงานสูญเสียในรูปความร้อนจะมีค่าสูงและต้องใช้แผ่นระบายความร้อนขนาด ใหญ่ซึ่งกินเนื้อที่ เมื่อเพาเวอร์ซัพพลายต้องจ่ายกำลังงานสูงๆ จะทำให้มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก ปกติแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้นจะมีประสิทธิภาพประมาณ 30% หรืออาจทำได้สูงถึง 50% ในบางกรณี ซึ่งนับได้ว่าค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายซึ่งมี ประสิทธิภาพในช่วง 65%-80%

สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายมีช่วงเวลาโคลสต์อัพประมาณ $20x10^{-3}$ ถึง $50x10^{-3}$ วินาที ในขณะที่แหล่งจ่ายไฟเชิงเส้นจะทำได้เพียงประมาณ $2x10^{-3}$ วินาที ซึ่งมีผลต่อการจัดหาแหล่งจ่ายไฟสำรองเพื่อป้องกันการหยุดทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้กับเพาเวอร์ซัพพลายเมื่อเกิดการหยุดจ่ายแรงดันไฟสลับ รวมทั้งสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายสามารถทำงานได้ในช่วงแรงดันอินพุตค่อนข้างกว้างจึงยังคงสามารถทำงานได้เมื่อเกิดกรณีแรงดันไฟอีกด้วย อย่างไรก็ตาม สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายจะมีเสถียรภาพในการทำงานที่ต่ำกว่า และก่อให้เกิดสัญญาณรบกวนได้สูงเมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น รวมทั้งสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายยังมีความซับซ้อนของวงจรมากกว่าและมีราคาสูง ที่กำลังงานต่ำๆ แหล่งจ่ายไฟเชิงเส้นจะประหยัดกว่าและให้ผลดีเท่าเทียมกัน ดังนั้นสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายจึงมักนิยมใช้กันในงานที่ต้องการกำลังงานตั้งแต่ 20 วัตต์ขึ้นไปเท่านั้น

2.7.2 หลักการทำงานของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย

สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายโดยทั่วไปมีองค์ประกอบพื้นฐานที่คล้ายคลึงกัน และไม่ซับซ้อนมากนัก ดังแสดงในรูปที่ 1 หัวใจสำคัญของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายจะอยู่ที่คอนเวอร์เตอร์ เนื่องจากทำหน้าที่ทั้งลดทอนแรงดันและคงค่าแรงดันเอาต์พุตด้วย องค์ประกอบต่างๆ ทำงานตามลำดับ

แรงดันไฟสลับค่าสูงจะผ่านเข้ามาทางวงจร RFI ฟิลเตอร์ เพื่อกรองสัญญาณรบกวนและแปลงเป็นไฟตรงค่าสูงด้วยวงจรเรกติไฟเออร์ เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์จะทำงานเป็นเพาเวอร์คอนเวอร์เตอร์โดยการตัดต่อแรงดัน เป็นช่วงๆ ที่ความถี่ประมาณ 20-200 KHz จากนั้นจะผ่านไปยังหม้อแปลงสวิตชิ่งเพื่อลดแรงดันลง เอาต์พุตของหม้อแปลงจะต่อกับวงจรเรียงกระแส และกรองแรงดันให้เรียบ การคงค่าแรงดันจะทำได้โดยการป้อนกลับคาแรงดันที่เอาต์พุตกลับมายังวงจรควบ คุม เพื่อควบคุมให้เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์นำกระแสมากขึ้นหรือน้อยลงตามการเปลี่ยน แปลงของแรงดันที่เอาต์พุต ซึ่งจะมีผลทำให้แรงดันเอาต์พุตคงที่ได้

2.7.3 คอนเวอร์เตอร์

คอนเวอร์เตอร์นับว่าเป็นส่วนสำคัญที่สุดในสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย มีหน้าที่ลดทอนแรงดันไฟตรงค่าสูงลงมาเป็นแรงดันไฟตรงค่าต่ำ และสามารถคงค่าแรงดันได้ คอนเวอร์เตอร์มีหลายแบบขึ้นอยู่กับลักษณะการจัดวงจรภายใน โดยคอนเวอร์เตอร์แต่ละแบบจะมีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกันออกไป การจะเลือกใช้คอนเวอร์เตอร์แบบใดสำหรับสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายนั้นมีข้อควรพิจารณาจากลักษณะพื้นฐานของคอนเวอร์เตอร์แต่ละแบบดังนี้คือ

ลักษณะการแยกกันทางไฟฟ้าระหว่างอินพุตกับเอาต์พุตของคอนเวอร์เตอร์
ค่าแรงดันอินพุตที่จะนำมาใช้กับคอนเวอร์เตอร์
ค่ากระแสสูงสุดที่ไหลผ่านเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ในคอนเวอร์เตอร์ขณะทำงาน
ค่าแรงดันสูงสุดที่ตกคร่อมเพาเวอร์ทรานซิสเคอร์ในคอนเวอร์เตอร์ขณะทำงาน
การรักษาระดับแรงดันในกรณีที่คอนเวอร์เตอร์มีเอาต์พุตหลายค่าแรงดัน
การกำเนิดสัญญาณรบกวน RFI/EMI ของคอนเวอร์เตอร์

จากข้อพิจารณาดังกล่าว จะทำให้ผู้ออกแบบทราบขีดจำกัดของคอนเวอร์เตอร์และตัดสินใจเลือกใช้คอนเวอร์เตอร์แบบใดได้ ปัจจุบันได้มีการพัฒนาคอนเวอร์เตอร์ในรูปแบบต่างๆ ขึ้นมามากมาย ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะคอนเวอร์เตอร์ที่นิยมใช้เป็นในอุตสาหกรรมของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย คือ

ฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ (Flyback converter)
ฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์ (Forward converter)
พุช-พูลคอนเวอร์เตอร์ (Push-Pull converter)
ฮาล์ฟบริดจ์คอนเวอร์เตอร์ (Half-Bridge converter)
ฟูลบริดจ์คอนเวอร์เตอร์ (Full-Bridge converter)

คอนเวอร์เตอร์ทั้ง 5 แบบนี้ มีลักษณะการทำงานที่ไม่แตกต่างกันจนเกินไปนัก และค่อนข้างง่ายต่อการทำความเข้าใจและศึกษา คอนเวอร์เตอร์เหล่านี้ยังสามารถแบ่งย่อยได้อีกหลายประเภทโดยการเพิ่มเทคนิคบางประการให้กับคอนเวอร์เตอร์ ในที่นี้จะกล่าวถึงแต่เพียงการทำงานพื้นฐานเท่านั้น